

**Практическая значимость результатов** работы определяется возможностью их использования при разработке и совершенствовании существующего математического аппарата для решения рассматриваемой задачи.

Дальнейшие исследования будут направлены на формализацию комплекса математических моделей и алгоритмов управления развитием корпоративных компьютерных сетей.

**Список литературы:** 1. *Климова Е.Ю., Шевченко С.В.* О состоянии и концепциях управления развитием вычислительных сетей и систем телекоммуникаций в Украине // Вестник ХНУРЭ. «Радиоэлектроника и информатика», - 2006. - №1. – С. 73-78. 2. *Климова Е.Ю., Шевченко С.В.* Архитектура эволюционной модели компьютерной сети. // IV Международная научно-практическая конференция "Современные информационные технологии в экономике и управлении предприятиями, программами и проектами" Алушта, 2006. - С.59-60. 3. Современные телекоммуникации. Технологии и экономика. Под общей редакцией С.А. Довгого. – М.: Экотрендз, 2003.– 320 с.: ил. 4. *Глушков В.М.* Введение в АСУ. – К.: «Техніка», 1972. - 312 с.

*Поступила в редколлегию 07.11.06*

УДК 515.2

**А.Ю. НИЦЫН**, канд. техн. наук

## **ПРИЛОЖЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА К ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТРЕХМЕРНЫХ ДИНАМИЧНЫХ СЦЕН**

Розглядається додаток геометричної моделі психофізичного простору до візуалізації тривимірних динамічних сцен. Пропонується метод візуалізації, що враховує сферичність психофізичного простору. Показується, що застосування перспективи, заснованої на геометричній моделі психофізичного простору, зменшує спотворення зорового сприйняття, що спостерігаються при відображенні тривимірних динамічних сцен.

The appendix of geometrical model psychophysical of space to visualization of three-dimensional dynamical stages is considered. The method of visualization is offered which takes into account sphericity of psychophysical space. Is shown, that the application of prospect based on geometrical model of psychophysical space, reduces distortions of visual perception, which are observed at display of three-dimensional dynamical stages.

**Постановка проблемы.** Если внимательно смотреть телевизор, можно увидеть, что при перемене положения телевизионной камеры с изображением на экране начинает твориться что-то невообразимое. Мы видим, как одни предметы, чудовищно увеличиваясь в размерах, наезжают на наблюдателя, а другие предметы, стремительно уменьшаясь в размерах, убегают к линии горизонта. Заметим, что эта картина наблюдается, когда телевизионная камера поворачивается вокруг вертикальной оси, проходящей через оптический центр объектива. А что происходит, когда телевизионная камера поворачивается вокруг горизонтальной оси, проходящей через оптический центр объектива? Мы увидим, что предметы то опрокидываются на наблюдателя, то заваливаются назад в зависимости от того, смотрит ли телевизионная камера вверх или вниз. Когда же телевизионная камера поднимается на высоту, мы видим, что предметы, которые лежат на земле,

устремляются к линии горизонта, а земля как будто выскальзывает из-под ног. К счастью, ничего подобного в жизни не происходит, и такое можно увидеть наяву, если после веселой пирушки с друзьями, прошедшей накануне вечером, утром рюмки водки не выпить.

**Анализ литературы.** Несмотря на то что любой, кто обладает талантом наблюдателя, может видеть на экране телевизора или монитора, как искажаются форма и размеры изображения, когда камера меняет положение, эти проблемы до сих пор не нашли отражения в литературе. Существует литература по так называемой «кинеперспективе», которая фиксирует деформации перспективных изображений, но не предусматривает их компенсации [1, 2]. Поэтому разработка методов визуализации трехмерных динамичных сцен, свободных от деформаций изображения, свойственных линейной перспективе, является актуальной задачей.

**Цель статьи.** Одним из методов компенсации деформаций изображения трехмерных динамичных сцен, является перспектива, основанная на геометрической модели психофизического пространства [3]. Поэтому цель статьи – показать, как применение данной перспективы способствует или полному, или частичному устранению деформаций, которые наблюдаются при центральном проецировании объектов, изменяющихся во времени.

**Основной материал.** Применим для визуализации динамичной сцены перспективу, которая основывается на геометрической модели психофизического пространства, описываемой следующей системой уравнений [3]

$$\left. \begin{aligned} \frac{x_1}{R} &= \cos \frac{y_1}{R} \cos \frac{z_1}{R} \arctg \frac{x}{R} \\ \frac{y_1}{R} &= \cos \frac{x_1}{R} \cos \frac{z_1}{R} \arctg \frac{y}{R} \\ \frac{z_1}{R} &= \cos \frac{x_1}{R} \cos \frac{y_1}{R} \arctg \frac{z}{R} \end{aligned} \right\}.$$

Разделим изменения в положении точки зрения и направлении взгляда, которые влияют на картину трехмерной сцены, на три группы. Во-первых, рассмотрим визуализацию трехмерной сцены при повороте картинной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через центр проецирования. Покажем на рис. 1 результаты визуализации трехмерной сцены, выполненной с помощью перспективы, которая основывается на геометрической модели психофизического пространства. Как показывает рис. 1, размеры предметов, приближающихся к картинной плоскости, увеличиваются, а размеры предметов, удаляющихся от картинной плоскости, уменьшаются со значительно меньшей скоростью, чем в линейной перспективе. Следовательно, если сцена поворачивается вокруг наблюдателя таким образом, что расстояния от предметов до наблюдателя остаются постоянными, то ее визуализация с применением геометрической модели

психофизического пространства дает результаты, которые больше соответствуют опыту зрительного восприятия, чем линейная перспектива.

Во-вторых, рассмотрим визуализацию трехмерной сцены при повороте картинной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через центр проецирования. Покажем на рис. 2 результаты визуализации трехмерной сцены, выполненной с помощью перспективы, которая основывается на геометрической модели психофизического пространства. Как показывает рис. 2, при увеличении угла отклонения картинной плоскости от вертикального

$$H = 2000$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$R = 100000$$



$$\alpha = 17,5^\circ$$



$$\alpha = 35^\circ$$



$$\alpha = 52,5^\circ$$



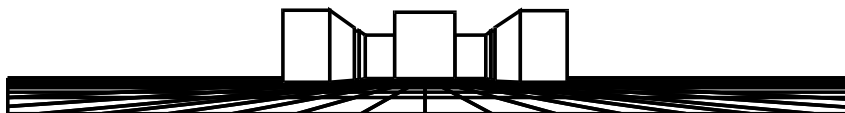
$$\alpha = 70^\circ$$



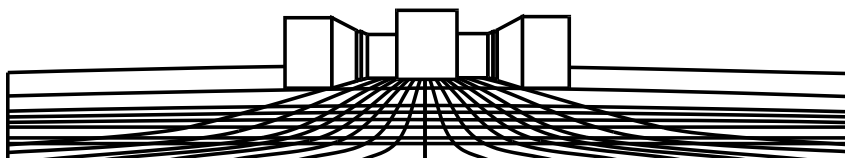
Рис.1

$H = 2000$   
 $R = 100000$

$\beta = 0^\circ$



$\beta = 15^\circ$



$\beta = 30^\circ$

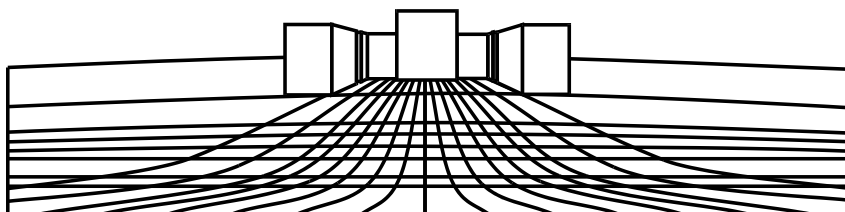


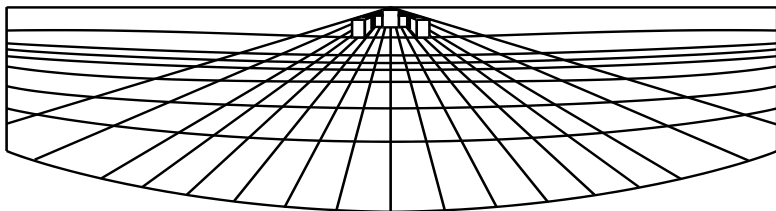
Рис.2

$$R = 100000$$

$$H = 2000$$



$$H = 50000$$



$$H = 100000$$

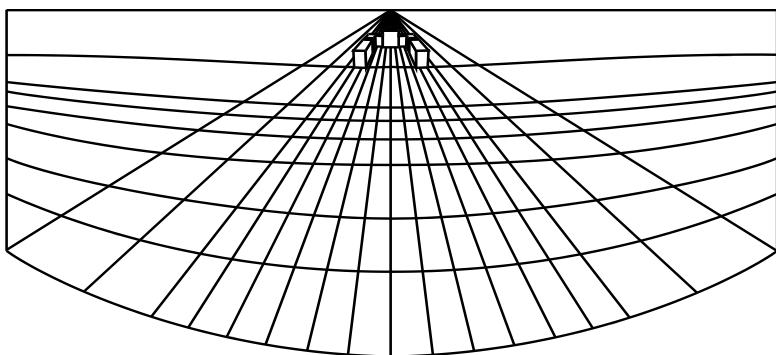


Рис.3

положения расстояние между вертикальными параллельными линиями, принадлежащими контурам предметов, остаются постоянными по мере удаления от предметной плоскости. Следовательно, если сцена опрокидывается на наблюдателя, то ее визуализация с применением

геометрической модели психофизического пространства дает результаты, которые в большей степени соответствуют опыту зрительного восприятия, чем линейная перспектива.

В-третьих, рассмотрим визуализацию трехмерной сцены при увеличении высоты центра проецирования над предметной плоскостью и постоянстве расстояния от центра проецирования до картинной плоскости. Покажем на рис. 3 результаты визуализации трехмерной сцены, выполненной с помощью перспективы, которая основывается на геометрической модели психофизического пространства. Как показывает рис. 3, при увеличении высоты точки зрения координатные линии, параллельные линии горизонта и принадлежащие предметной плоскости, удаляются от линии горизонта и приближаются к наблюдателю. Следовательно, при увеличении высоты точки зрения визуализация сцены с применением геометрической модели психофизического пространства дает результаты, которые в большей степени соответствуют опыту зрительного восприятия, чем линейная перспектива [4].

Таким образом, анализ перспективных изображений, приведенных на рис. 1, рис. 2 и рис. 3, показывает, что искажения зрительного восприятия, наблюдаемые при визуализации трехмерных динамичных сцен, либо частично, либо полностью устраняются в перспективе, которая основывается на геометрической модели психофизического пространства.

Способность геометрической модели психофизического пространства создавать изображения, компенсирующие искажения зрительного восприятия при визуализации трехмерных динамичных сцен, можно объяснить следующими причинами:

во-первых, для визуализации геометрической модели психофизического пространства не надо задавать ни центра проецирования, ни картинной плоскости, – ничего, что составляет сущность линейной перспективы. Это значит, что в перспективе, учитывающей геометрию психофизического пространства, отсутствуют проблемы, обусловленные особенностями построения центральной проекции [4];

во-вторых, процитируем отрывок из книги воспоминаний К.С. Петрова-Водкина «Пространство Евклида»: «... Здесь на холме, когда я падал наземь, передо мной мелькнуло совершенно новое впечатление от пейзажа, какого я еще, кажется, не получал... Я увидел землю как планету. Обрадованный новым космическим открытием, я стал повторять опыт боковыми движениями головы... Очертя глазами весь горизонт, воспринимая его целиком, я оказался на отрезке шара, причем шара полого, с обратной вогнутостью, – я очутился как бы в чаше, накрытой трехчетвертьшаром небесного свода. Неожиданная, совершенно новая сферичность обняла меня на этом... холме. Самое головокружительное по захвату было то, земля оказалась не горизонтальной и Волга держалась, не разливаясь на отвесных округлостях ее массива, и я сам не лежал, а как бы висел на земной стене» [5]. Таким образом, согласно К.С. Петрову-Водкину ощущение сферичности видимого пространства и вогнутости линии горизонта возникает во время

перемены положения человеческого тела. Это значит, что геометрическая модель психофизического пространства является ничем иным, как математическим описанием картины, которую можно наблюдать при динамически изменяющихся точке зрения и направлении взгляда [6, 7]. Следовательно, в перспективе, учитывающей сферичность психофизического пространства, не могут проявляться зрительные эффекты, которые возникают в линейной перспективе при перемене положения центра проецирования или направления взгляда.

**Выводы.** Таким образом, в статье приведены результаты применения перспективы, вытекающей из геометрической модели психофизического пространства и учитывающей действие механизма константности величины [8, 9]. Как показано в статье, применение данной перспективы способствует или полному, или частичному устранению деформаций, которые наблюдаются при центральном проецировании объектов, изменяющихся во времени. Поэтому для визуализации трехмерных динамичных сцен, по мнению автора, не следует выбирать линейную перспективу, – для решения данной задачи лучше предпочесть перспективу, основанную на геометрической модели психофизического пространства.

**Список литературы:** 1. *Лихачев Л.Н.* Кинеперспектива. – М.: Высшая школа, 1975. – 248 с. 2. *Ткач Д.И.* Деформации перспективы высотного здания // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К.: Будівельник, 1973. – Вып.16. – С. 120-124. 3. *Ницин О.Ю.* Геометрична модель просторової картини світу у свідомості людини // Прикладна геометрія та інженерна графіка: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – К.: КНУБА, 1999. – Вип.65. – С. 92-95. 4. *Петерсон В.Е.* Перспектива. – М.: Искусство, 1970. – 182 с. 5. *Петров – Водкин К.С.* Хлыновск. Пространство Евклида. Самаркандия. – Л.: Искусство, 1982. – 656 с. 6. *Петров – Водкин К.С.* Живопись. Графика. Театрально-декорационное искусство / Авт. текста и сост. альбома Барабанова Н.А. – Л.: Аврора, 1986. – 300 с. 7. *Петров – Водкин К.С.* Письма. Статьи. Выступления. Документы. – М.: Сов. художник, 1991. – 381 с. 8. *Раушенбах Б.В.* Геометрия картины и зрительное восприятие. – М.: Интерфакс, 1994. – 231 с. 9. *Пановский Э.* Перспектива как «символическая форма». Готическая архитектура и схоластика: Пер. с нем. – Санкт-Петербург: Азбука-Классика, 2004. – 356 с. 10. *Criminisi A., Kemp M., Zisserman A.* Bringing pictorial space to life: computer techniques for the analysis of paintings // Proceedings Computers and the History of Art. – London: British Academy, 2002. – P. 1126-1137.

*Поступила в редколлегию 20.09.06*

УДК 681.324

**О.В. СЕРАЯ**, канд. техн. наук, **И.В. ЗИНЧЕНКО**

## **ГЕНЕТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА ВЫСОКОЙ РАЗМЕРНОСТИ**

Показано можливість підвищення ефективності генетичного алгоритму розв'язання задачі комівояжера шляхом настройки його параметрів. Для адаптації генетичного алгоритму використано генетичний алгоритм.